

# 移动计算的路由问题及解决方案

刘江 (南京邮电学院管理工程系 000000)

**摘要:**本文分析了移动计算所面临解决的难点,并着重于路由问题,分析了 TCP/IP 协议集合的路由方式,以及它固有的无法支持移动主机路由的原因。在此基础上,比较详细地分析介绍了 IETF 提出的移动 IP 协议中路由解决思路。

**关键词:** mobile computing mobile ip routing care-of address

## 一、移动计算的难题及协议设计目标

移动计算的目的,是为了实现人们随时随地获得信息,传递信息的能力。它意味着,存储在共享文件系统,关系数据库,面向对象数据库或其他数据存储系统中的信息能够被诸如笔记本电脑,个人数字助理(PDA)等移动计算设备在任何时候任何地点所存取。

随着互联网用户数大规模的向前增长,各个企业或组织都逐渐采取通过互联网发布数据信息,来方便用户查询访问,随时更新信息,以及降低运营成本。因此,能够使移动计算设备随时随地与互联网保持连接,使企业员工或用户能够以无线或有线的方式动态接入互联网访问信息,将使工作效率大大提高。为了实现这样的移动计算联网能力,需要对目前的互联网协议栈进行修改与扩展,以满足这样的需求。

基于移动计算设备的移动特性和无线信道自身的特点,互联网协议栈需要解决以下几个关键性的难点:

### 1. 数据路由方式。

由于移动计算设备的特点所致,移动设备不应该也不可能永久性地与一个固定网络保持连接;必须使移动设备在移动中仍然保持与网络的互通性。所以协议栈必须能够将所有发往移动设备的数据报路由到该设备目前所处的网络中。

### 2. 对网络连接质量的自适应性。

如同有线网络中存在 LAN, MAN, WAN 等网络类型,无线网络也有着类似的区分。不同的无线网络在综合考虑带宽,响应速度,误码率,业务费用等方面因素后,提供了不同的网络连接质量的网络产品或服务。因此,协议栈必须能够实现动态地适应网络连接质量的变化,将所能够获得的最好的网络连接提供给移动计算设备。

### 3. 高层网络协议的自适应性

传输层 TCP 协议使用确认与超时重发的方式,提供给上层应用可靠的虚电路服务。而当应用到无线网络中时,由于无线信道干扰大,误码率高,带宽窄等特点,使得

大量数据报会因此而重发,从而导致信道利用率降低。那么就需要网络层协议应该提供必要的能够动态反映底层信道通信质量的数据信息,供上层协议使用,以适应信道的变化。

本文的重点将着重分析对移动计算设备数据报路由问题的解决途径。首先分析一下目前 TCP/IP 网络协议中的寻址方式及其局限性。

## 二、现有 IP 协议的定址方式及其局限性

TCP/IP 协议中以分层地址的方式,定位互联网中的主机。每个网络主机有一个唯一的 IP 地址与之对应。该 IP 地址分为网络号与主机号两部分。如图 1 所示。



图 1 IP 地址组成方式

互联网中的路由器只需要根据 IP 地址中的网络地址,即可做出相应的路由决策,将数据报发至目的主机所在的子网中去,进而送至主机中。为了解决网络地址资源的短缺问题,IP 协议中还引入了子网(SUBNET)的概念,将主机地址部分进一步划分为子网号与主机号,增加了地址的层次。

这样定址与路由方式在目前的互联网中工作得很好。但是对于移动主机的定位,则无法由这样的分层地址概念所实现。所有发往移动主机的数据报都将路由到该主机原来所处的网络中;如果主机漫游到了另外一个子网,数据报就无法再继续传递给它了。

一个解决办法是当移动主机漫游到新的子网中时,更改其 IP 地址。移动主机更改 IP 地址需要修改本机及网络服务器上的多个文件,例如在 UNIX 系统下,需要修改诸如 /etc/hosts, /etc/networks, /etc/resolv.conf 等文件。在更改了 IP 地址后,移动主机或者需要重新启动,或者要重新进行如 TCP 等连接等耗时的工作。而且,还

应该有一个通知所有与该移动主机通信的网络主机 IP 地址已变化的机制。很明显,这样的方法很繁琐且扩展性差。因此有必要扩展目前的 TCP/IP 协议,以实现移动主机路由功能。

### 三、移动 IP 基本体系结构

IETF(Internet Engineering Task Force)于 1996 年提出了 RFC2002 移动 IP 协议,提供了一种解决方案。移动 IP 协议的基本结构配置如图 2 所示。

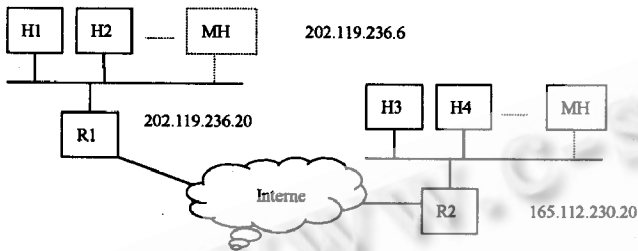


图 2 移动 IP 协议基本结构

移动 IP 协议有几个基本概念:

#### 1. Home Network 与 Home Agent(本区网络与本区代理)

本区网络是移动主机最初登记的网络。每个移动主机必须拥有一个本区网络。本区代理则是位于本区网络中,负责截获发往移动主机的数据报并转发这些数据报的特殊主机。

#### 2. Foreign Network 与 Foreign Agent(客区网络与客区代理)

客区网络是相对于移动主机本区网络以外的所有子网。客区代理是指位于客区网络中,为漫游到该子网中的移动主机提供接管地址的特殊主机。

#### 3. Care-of Address(接管地址)

移动主机漫游到客区网络后所获得的临时地址即为接管地址。

图 2 中的 R1 所连接的网络即为移动主机 MH(Mobile Host)的本区网络,而 R1 就是 MH 的本区代理;而 R2 所连接的网络对于漫游来的 MH 而言即为客区网络,R2 是客区代理。MH 的接管地址为 R2 的 IP 地址 165.112.230.20。

接管地址是个很重要的概念。它提供了移动主机与本区网络通信的一个通道(tunnel)。具体的应用将在后面详细阐述。有两种获得接管地址的方法:一是移动主机收听客区代理的广播报文,以客区代理的 IP 地址作为

接管地址;二是通过诸如 DHCP 等动态 IP 地址分配协议,从客区网络获得一个暂时的 IP 地址。

### 四、移动 IP 协议路由思想

移动 IP 协议通过移动主机登记和本区代理与客区代理之间建立的数据通道来实现数据报的路由功能的。下面先介绍登记过程。

每一移动主机都有一个本区网络,拥有该网络 IP 地址域中的一个 IP 地址。当它漫游到了某个客区网络时,它必须向本区代理登记当前的接管地址,以便本区代理能够转发数据报。登记过程大致分为以下四个步骤:

1. 移动主机向客区代理发送登记请求报文,开始登记过程;
2. 客区代理处理该报文,并转发至本区代理;
3. 本区代理处理登记请求,放松确认报文给客区代理;
4. 客区代理处理确认报文,转发至移动主机,通知其结果。

这个登记过程是在 UDP 的 434 端口上实现的。

登记过程中,应该考虑到某些恶意主机可能伪装成某个移动主机,向本区代理发送登记报文。因此,协议中使用了一个认证方法,使移动主机拥有一个由本区代理给出的唯一的密钥;在登记过程中同登记请求报文一起发出,由本区代理采用一定算法来核对登记请求报文是否有效。

登记过程完成后,本区代理将把获得的接管地址与移动主机的源地址“绑定”(Mobility Binding)。每个绑定项有一个“生命期”,在生命期中,移动主机应该重新登记;否则在生命期之后,该绑定项将被删去,使得本区代理无法转发数据报。这个过程完成后,本区代理将把获得的接管地址与移动主机的源地址“绑定”。每个绑定项有一个“生命期”,在生命期中,移动主机应该重新登记;否则在生命期之后,该绑定项将被删去,使得本区代理无法转发数据报。

封装和通道技术是实现移动 IP 路由的关键步骤。图 3 给出了 IP 数据报转发的过程。

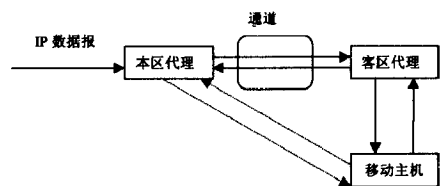


图 3 IP 数据报转发过程

图中虚线表示的是当移动主机通过从客区网络中获取一个暂时 IP 后,它与本区代理之间建立数据通道通信的过程。

所有发往移动主机的 IP 报都按照常规路由方式到达移动主机的本区网络。本区代理截取这些数据报,查询自己维护的登记数据库,找到与移动主机本地 IP 地址对应的接管地址之后使用封装技术,生成一个新的数据报。该数据报的数据部分用来存放截获的 IP 报;在新报头中,将本区代理的 IP 地址作为源 IP 地址,接管地址作为目的地址,并将协议号改变所采用的封装协议代号。一般采用 IP in IP 协议作为封装协议。

一旦封装完成之后,这个新的 IP 报将按照常规的路由方式路由至移动主机当前所处的客区网络中。只有本区代理与客区代理知道这个数据封装通道是如何产生的。客区代理根据协议将该 IP 报的报头去掉,通过移动主机所登记的局域网接口上向移动主机发送 IP 报。

## 五、协议实现思路

通过前面的分析可以看出,移动 IP 协议定义了移动主机与移动代理之间的控制信息交换的规则及其具体格式。该协议可以分为移动代理模块和移动主机模块。移动代理模块完成代理广播和登记请求处理功能;移动主机则包括代理请求和登记请求。笔者在 Linux 平台下实现了代理侧协议功能。该协议是在 socket 层上实现的,以 daemon 进程方式运行在后台,随时接收或截获数据,并完成相应的功能。

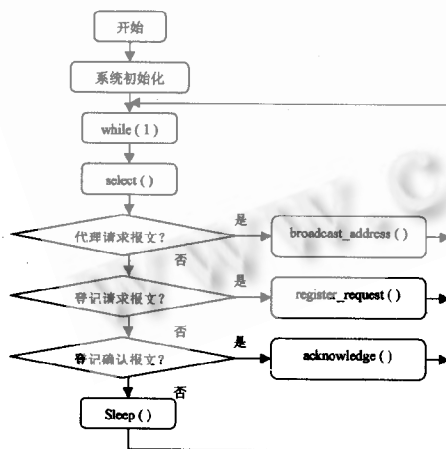


图 4 协议实现流程图

Linux 平台下有两个协议模块, tunnel.o 和 ipip.o。

tunnel.o 提供了数据通道设备。可以为每一个移动主机指定一个“通道”设备。ipip.o 实现了 IP in IP 数据封装协议。因此,实现代理侧的软件,主要是处理登记请求,提供接管地址给移动主机以及动态修改内核中的有关 socket 的数据库,如路由信息等,以使操作系统自动完成数据封装和在数据通道上转发数据报。软件实现的流程图见图 4。

系统启动时完成内部数据的初始化工作,如建立代理请求 socket,登记请求 socket 等。然后调用 select() 系统调用,监听各 socket 上的数据报。

Broadcast\_address() 模块完成代理请求数据报。它广播自己的地址以便于移动主机判断自己所处网络是本区网络还是客区网络,继而获得接管地址。

Register\_request() 模块处理移动主机的登记请求数据报,如果是客区代理则要与该移动主机的本区代理联系。Acknowledge() 模块则是客区代理需完成的工作,它接收登记确认报文并向移动主机通告结果。

## 六、结束语

在实现该协议时必须要考虑一个问题,即确定登记更新频率。如果移动主机移动的速率比较高,而登记更新速度慢的话,那么移动主机就会与登记项不同步,本区代理可能会把旧的接管代理作为目的地址来封装 IP 数据报,导致大量的数据报需要重发,无线信道带宽被浪费掉;而另一方面,如果频率过高,则必须在移动主机与客区代理,本区代理之间发送许多的控制报文,但可以提供更好的移动主机与登记项的同步。因此在实现中要权衡这几个方面的因素,并进行相应的仿真实验,以得到一个比较好的平衡点。

文中还有一些问题没有涉及到,如移动主机如何获得代理;本区代理如何截获发送移动 IP 协议的数据报等。可以通过阅读协议获得进一步的认识。

## 参考文献

- [1] Douglas E. Comer, Internetworking With TCP/IP Voll, 清华大学出版社
- [2] Kris Jamsa, Ken Cope, Internet Programming, Jamsa Press, 1995
- [3] David M. Peterson, TCP/IP Networking: A GUIDE TO THE IBM ENVIRONMENT
- [4] 孙义等著, UNIX 环境下的网络程序设计, 学苑出版社
- [5] 沈金龙著, 计算机通信, 东南大学出版社

(来稿时间:1999年8月)